

CAPÍTULO 16

Enfermedades Virales de la Yuca en América del Sur

Lee Calvert* y Maritza Cuervo**

La yuca tiene su centro de origen en el neotrópico y su introducción en otras regiones es relativamente reciente, razón por la cual sólo uno de los virus, que afecta dicho cultivo en América Central y del Sur, ha sido localizado en otras zonas.

Algunas de las enfermedades virales neotropicales son asintomáticas y no causan efectos deletéreos, lo que reflejaría un largo periodo coevolutivo entre el hospedero y su patógeno. No obstante, tres de estas enfermedades merecen atención.

Mosaico Común de la Yuca

Antecedentes y distribución

Inicialmente, la enfermedad del mosaico común de la yuca (CsCMD, por su sigla en inglés), se reportó en el sur del Brasil (Silberschmid, 1938; Costa, 1940). Esta enfermedad ha sido registrada en otros países de América del Sur, África y Asia.

No se conoce un agente vector de esta enfermedad y su propagación en los cultivos se atribuye a transmisión mecánica. En general, la enfermedad no reviste mayor importancia, aunque su prevalencia en algunas áreas hace necesario su control.

La CsCMD se ha reportado en varios países de América del Sur, pero en Colombia no existe

un estudio detallado de las áreas afectadas (Nolt et al., 1992). La enfermedad tiene mayor importancia en el sur del Brasil y en Paraguay, donde se recomienda tomar alguna medida de control para reducir las pérdidas.

Descripción

Las plantas afectadas por la CsCMD desarrollan síntomas de mosaico y clorosis en las hojas. En algunos casos, sobre algunas de las hojas afectadas se presentan manchas verdes claras y oscuras, delimitadas por las nervaduras. Los síntomas son más severos a medida que son más prolongados los periodos relativamente fríos, situación que es frecuente en zonas subtropicales de América del Sur. Bajo estas condiciones, las plantas afectadas son, por lo general, más enanas y las pérdidas en rendimiento pueden alcanzar hasta 60% (Costa y Kitajima, 1972) (Figura 16-1).

Etiología y epidemiología

La enfermedad del mosaico común de la yuca es causada por el virus CsCMV. Este virus fue clasificado, originalmente, en el grupo de los potexvirus; en la actualidad se considera un género Potexvirus. Los viriones de la CsCMD son partículas alargadas semiflexuosas de 15 x 495 nanómetros (Kitajima et al., 1965) que contienen ARN.

En yuca se presentan las inclusiones nucleares típicas de los potexvirus, al igual que en el hospedero *Nicotiana benthamiana*. Se sabe que CsCMV infecta de manera sistémica la yuca, así como *Euphorbia* spp., *Cnidoscolus aconitifolius* (chaya), *N. benthamiana* y otras especies de la familia Euforbiaceas (Costa y Kitajima, 1972).

* Ph.D., Virólogo, CIAT, Cali, Colombia.
E-mail: l.calvert@cgiar.org

** Ingeniera agrónoma, Asistente, Unidad de Virología, CIAT. E-mail: m.cuervo@cgiar.org



Figura 16-1. Sintomatología presentada en la planta por el ataque de la CsCMD.

Las partículas virales del CsCMV contienen una cubierta proteica simple con un peso molecular de 26,000 dalton (Nolt et al., 1991). El genoma consiste en un ARN de cadena sencilla, del cual se conoce la secuencia completa (Calvert et al., 1996). En general, la organización estructural, las proteínas y los pesos moleculares del mosaico común, son similares a otros potexvirus.

La principal fuente de inóculo es el material vegetal infectado. Debido a que el virus se disemina de manera sistémica en la planta, las estacas provenientes de una planta afectada también están infectadas. El virus es muy estable y puede ser propagado por transmisión mecánica en los machetes u otros implementos usados en las labores agrícolas. Aunque este modo de transmisión es ineficiente, es el único medio conocido de propagación planta a planta.

Manejo y control

La mejor oportunidad para identificar y eliminar las plantas afectadas es en los rebrotes, puesto que los síntomas en las hojas primarias son evidentes. Si esto no se lleva a cabo tempranamente, las plantas deben ser marcadas y los tallos quemados después de cosechar las raíces. Para minimizar el riesgo de transmisión mecánica, las herramientas utilizadas en el corte deben desinfectarse periódicamente (Lozano y Nolt, 1989). El cuidado en seleccionar el material vegetativo sano permitirá que el CsCMV pueda erradicarse o que se mitigue hasta un mínimo el daño económico que causa.

Mosaico de las Nervaduras de la Yuca

Antecedentes y distribución

El primer reporte sobre la enfermedad del mosaico de las nervaduras en yuca (CVMD, por su sigla en inglés) fue en 1940 (Costa, 1940). Las áreas donde la enfermedad aún prevalece están habitadas, principalmente, por comunidades rurales donde la carencia de recursos económicos ha contribuido al escaso conocimiento de esta enfermedad. Es probable, ya que los síntomas son esporádicos y generalmente poco visibles, que al final del ciclo de crecimiento de este cultivo la enfermedad no haya recibido una adecuada atención (Figura 16-2).



Figura 16-2. Sintomatología ocasionada por el CVMV.

La CVMD es muy común en la zona semiárida del noreste de Brasil; sin embargo, ha habido reportes de su presencia en otras regiones de ese país. Esta enfermedad es común en Brasil, en los Estados de Ceará, Pernambuco, Alagoas, Piauí y Bahía (Calvert et al., 1995) y en algunas regiones vecinas.

Descripción

Las primeras 4 ó 5 hojas de las estacas infectadas presentan una clorosis en las venas y se empieza a formar un patrón de anillos que, al unirse, crean una mancha circular. En las hojas con síntomas severos es común observar tanto una deformación de la lámina foliar como la epinastia. Algunas veces, los síntomas desaparecen y su expresión está influida por las condiciones climáticas. Las hojas de plantas afectadas envejecen y se caen prematuramente, reduciendo el área foliar. Con frecuencia, en las plantas maduras es difícil observar hojas con síntomas de mosaico, los cuales son más pronunciados en las zonas semiáridas que en las regiones húmedas de la Costa del Noreste de Brasil. La CVMD parece que no afecta el vigor de las plantas.

Etiología y epidemiología

La CVMD es causada por el virus de las nervaduras en yuca (CVMV), el cual presenta partículas isométricas de 50 nm de diámetro (Kitajima y Costa, 1966); el genoma consiste en dobles cadenas de ADN de 8200 pares de bases de longitud.

Inicialmente, el CVMV fue clasificado tentativamente como un miembro del grupo de los caulimovirus. La secuencia completa del CVMV ha sido determinada y la diferenciación genómica difiere de otros caulimovirus o badnavirus (Calvert et al., 1995). El virus puede ser clasificado como el único género de pararetrovirus de plantas.

Se conoce muy poco acerca de la epidemiología y control del CVMV. El único hospedero conocido es yuca y el modo primario de diseminación es por propágulos infectados; no es común encontrar variedades comerciales totalmente infectadas. La diseminación que ocurre dentro del campo sugiere la existencia de algún vector, aunque hasta el momento no ha sido identificado.

Existen pocos estudios sobre su propagación y se necesita saber más acerca de su diseminación para establecer la efectividad en el uso de material libre de virus. El virus en las plantas puede permanecer en estado latente, especialmente durante las épocas lluviosas de las regiones costeras del Brasil.

Manejo y control

Se puede ejercer un control efectivo de la enfermedad mediante la remoción del material vegetal infectado, inmediatamente aparezcan los síntomas. Muchas plantas infectadas parecen tolerar CVMV y producen tallos de apariencia normal que pueden ser usados como un buen material de propagación. Aunque la importancia económica de la CVMD no ha sido totalmente cuantificada, puede causar pérdidas, especialmente si aparece al inicio del cultivo.

Conclusiones

En América del Sur hay diferentes enfermedades virales que afectan la yuca; algunas son asintomáticas y no revisten importancia económica para el cultivo.

El mosaico común se ha reportado en Brasil y en otros países de América del Sur; esta enfermedad desarrolla síntomas de mosaico y clorosis en las plantas afectadas y se transmite mecánicamente. La eliminación de las plantas que expresan síntomas del CsCMV permite un control adecuado.

El virus del mosaico de las nervaduras se encuentra principalmente en el noreste del Brasil. Las plantas afectadas presentan una clorosis en las venas y, cuando los síntomas son muy severos, las hojas presentan una deformación y epinastia; estos fenómenos están influidos por las condiciones climáticas. El virus se transmite de planta a planta y aunque su importancia económica no ha sido totalmente cuantificada, parece que puede causar pérdidas.

Enfermedad del “Cuero de Sapo”

Antecedentes y distribución

La enfermedad denominada “cuero de sapo” fue reportada por primera vez en 1971, en el

departamento del Cauca, al sur de Colombia (Pineda et al., 1983). Su origen parece ser la región amazónica de Brasil o Colombia, donde viene afectando diferentes variedades de yuca cultivadas por las comunidades indígenas. Sin embargo, los agricultores asumieron que era un desorden fisiológico asociado con las variedades, motivo por el cual no se había reportado desde antes.

En esta región amazónica se le conoce como “lagarto” o “jacaré”, debido a la sintomatología expresada en las raíces, por cuanto éstas presentan un decorado similar al de la piel del lagarto. En la Costa Norte de Colombia se reportó, en 1981, una supuesta nueva enfermedad llamada “mosaico caribeño”, por los síntomas de mosaico que se presentan en las hojas de la variedad Secundina (Calvert, 1994). Las investigaciones realizadas han demostrado que “jacaré”, “lagarto” y “mosaico caribeño” son el mismo “cuero de sapo”.

Entre las enfermedades de la yuca, el “cuero de sapo” está considerada como una de las más perjudiciales para el cultivo (Lozano y Nolt, 1989), puesto que afecta directamente la producción de raíces, provocando pérdidas de 90% o más en el rendimiento (Figura 16-3).

En los 80 se presentó en la mayoría de las regiones yuqueras de Colombia y se ha ido extendiendo constantemente; ya se ha reportado en Brasil, Costa Rica, Panamá, Perú y Venezuela. En el caso de Panamá, esta enfermedad fue detectada por primera vez en 1999, en parcelas de yuca cuyo material



Figura 16-3. Aspecto general de las raíces afectadas por el “cuero de sapo”.

vegetativo provenía de Costa Rica, país donde ya había sido reportada la enfermedad.

Descripción

La expresión de síntomas es variable según la temperatura y el genotipo. En la mayoría de las variedades, las plantas afectadas no presentan señales visibles en su parte aérea y, en algunos casos, hasta pueden lucir sanas y vigorosas. Los tallos de estas plantas pueden ser más gruesos, especialmente en la base de la planta. El aumento del grosor de los tallos está relacionado con la falta de acumulación de almidón en las raíces; estos tallos, por presentar un diámetro grueso, suelen ser seleccionados por el agricultor para la obtención de semilla vegetativa.

En las raíces, los síntomas varían desde muy suaves a severos, dependiendo de la edad de la planta y de factores climáticos (Figura 16-4). Las condiciones ambientales secas o calientes tienden a inhibir el desarrollo de los síntomas, mientras que en condiciones más frescas se favorece el desarrollo de éstos. Aun en plantas afectadas levemente, las pérdidas económicas persisten debido a la menor acumulación de almidón.

Los síntomas consisten en pequeñas fisuras longitudinales, localizadas cerca del callo donde se originan las raíces; posteriormente, las fisuras se prolongan a lo largo de las raíces. A medida que las raicillas aumentan de diámetro, las fisuras tienden a cicatrizar, dando a las lesiones forma de labio. Cuando las raíces maduran, las lesiones aumentan de tamaño y número semejando, en conjunto, una especie de red o panal. La cáscara o epidermis de las raíces presenta una apariencia corchosa que se desprende con facilidad. Según la severidad de los síntomas, la profundidad y el número de las lesiones aumentan hasta deformar la raíz. Todos estos síntomas descritos suelen presentarse a lo largo de la raíz o restringirse a una porción de ésta, comúnmente hacia la parte media.

En general, el sistema radical de las plantas afectadas no alcanza a tener el mismo desarrollo que tienen las plantas sanas; las raíces permanecen delgadas, leñosas, de cáscara gruesa y corchosa, y su contenido de almidón es muy bajo. A veces, en una misma planta, algunas raíces engruesan normalmente, aunque

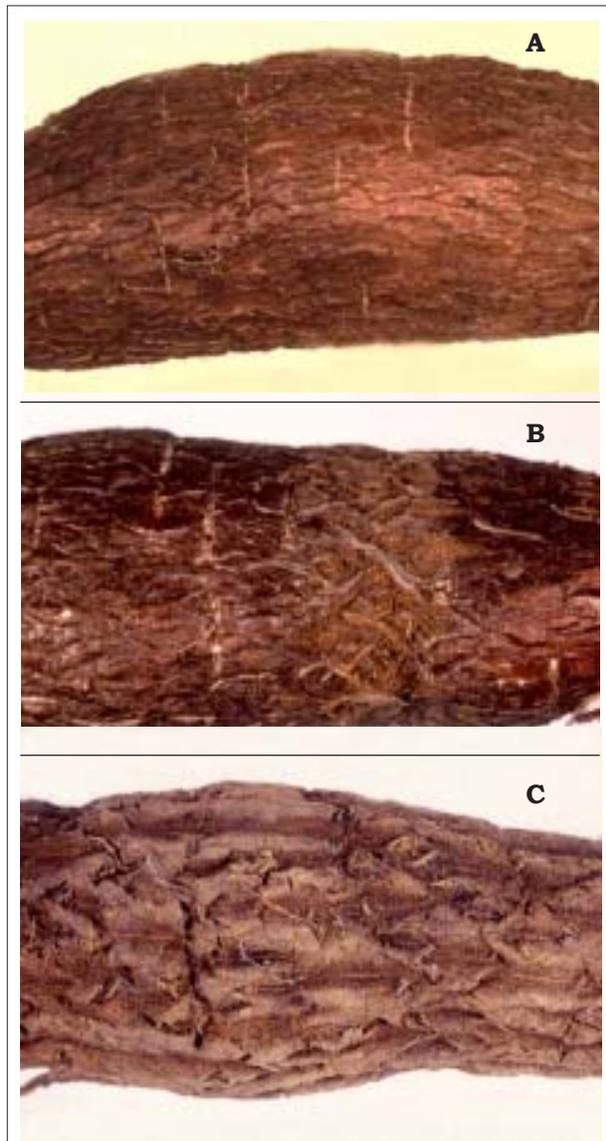


Figura 16-4. Síntomas de “cuero de sapo” en raíces de yuca. (A) Raíz sana. (B) Raíz con síntomas suaves. (C) Raíz con síntomas severos.

son más fibrosas, mientras que otras están severamente afectadas.

Diagnóstico

La detección de la enfermedad se puede hacer mediante el examen visual de las raíces, observándolas cuidadosamente, con el fin de detectar los síntomas característicos, ya sea de carácter leve o severo.

Esta enfermedad es fácilmente transmitida por injertos; por tanto, la técnica del injerto se puede utilizar como otro método de diagnóstico.

La prueba consiste en injertar a las plantas que se evalúan una variedad indicadora (Secundina: accesión CIAT, MCOL 2063) debidamente certificada como libre de virus (Figura 16-5).

Es recomendable remover las yemas de los patrones para incrementar el porcentaje de germinación de los injertos. Después de 3 ó 4 semanas, las plantas deben ser revisadas para verificar la presencia de síntomas de tipo mosaico en el follaje de los retoños, lo cual indicaría la presencia de la enfermedad. Para lograr una mejor manifestación de los síntomas, es necesario mantener los injertos a una temperatura promedio de 28 °C; en el caso de que estén en un invernadero o casa de malla, se podrían colocar debajo de las mesas.

La enfermedad puede ser eliminada por medio de termoterapia y por cultivo in vitro de meristemas (Mafla et al., 1984); es necesario que, después de ese proceso, se hagan injertos a la variedad Secundina para confirmar la sanidad del material.



Figura 16-5. Detección del “cuero de sapo” por medio de injertos. Obsérvese la ausencia de síntomas foliares en el patrón y la expresión de síntomas en la variedad indicadora.

Etiología y epidemiología

Diversas investigaciones científicas revelan que el “cuero de sapo” es, probablemente, una enfermedad de etiología viral. La mayoría de las variedades de yuca infectadas no presentan síntomas en las hojas; en muchos casos, el tallo de esas plantas se observa más grueso y vigoroso; y se reutilizan estas estacas. Estos hechos han contribuido a que esta enfermedad se incremente en cada ciclo. La mayor diseminación se produce por el uso de semilla vegetativa o estacas provenientes de campos de yuca afectados.

Los resultados de estudios de transmisión en el campo indican que la enfermedad del “cuero de sapo” se propaga de planta a planta. Aunque la tasa de transmisión es relativamente baja, comparada con muchos virus vegetales transmitidos por un vector, los patrones de diseminación sugieren que la enfermedad es transmitida por un vector aéreo. La mosca blanca (*Bemisia tuberculata*) ha sido asociada muy frecuentemente con la enfermedad (Angel et al., 1990); la eficiencia de transmisión del insecto es baja.

Aunque se hicieron más de 100 experimentos de transmisión con *B. tuberculata*, no existe correlación entre el número de insectos y el porcentaje de transmisión, lo cual indica que el vector de esta enfermedad no está totalmente comprobado; es, por tanto, aún dudosa la erradicación del “cuero de sapo” mediante la eliminación de la mosca blanca en el campo. Sin embargo, el grado de transmisión positiva que existe permite continuar con esta área de investigación.

Cuando el porcentaje de plantas afectadas con “cuero de sapo” es bajo, la diseminación de la enfermedad es muy lenta. Sin las debidas precauciones en cada ciclo, el nivel de “cuero de sapo” aumenta. Cuanto mayor sea el número de plantas afectadas en el campo, la tasa de diseminación es más rápida. Entre el cuarto y el séptimo ciclos de siembra, los cultivos tienen un nivel de plantas afectadas que causan pérdidas económicas.

Resistencia

Los estudios de campo que se han realizado han demostrado que existen diferentes niveles de resistencia entre las variedades de yuca. El

número de líneas que han presentado un nivel significativo de resistencia, después de varios años de evaluación en que han sido afectadas por la enfermedad, indica que la resistencia es de gran utilidad en el control de esta enfermedad. Las líneas resistentes tienen menos pérdidas de almidón o de rendimiento comparadas con las líneas susceptibles.

Manejo y control

Las siguientes recomendaciones están orientadas a prevenir la introducción y diseminación del “cuero de sapo” en las zonas productoras de yuca:

1. Debido a que la enfermedad se disemina, principalmente, por el uso de estacas contaminadas, la medida de control más importante es obtener el material vegetativo (estacas) de plantaciones sanas, manejadas técnicamente y con excelente control fitosanitario.
2. Al momento de la cosecha, las estacas seleccionadas para la futura siembra deben ser colocadas al lado de sus respectivas raíces; esta posterior evaluación verificará la ausencia de síntomas de la enfermedad.
3. Como método de manejo integrado de plagas, se deben desinfectar las herramientas con detergente o con solución de cloro.
4. Las plantaciones de yuca que estén muy afectadas (con niveles superiores al 10%), deberán incinerarse (tanto raíces como parte aérea). Se deben eliminar los residuos de cosecha, particularmente los tallos, porque pueden rebrotar.
5. Es necesario fortalecer los sistemas de vigilancia fitosanitaria y de cuarentena para impedir el ingreso o movilización, dentro del territorio nacional, de material vegetativo procedente de áreas afectadas por la enfermedad.

Conclusiones

La enfermedad del “cuero de sapo” es una de las más serias del cultivo de la yuca, puesto que afecta directamente la producción de raíces causando pérdidas hasta de 90% o más en el rendimiento.

Esta enfermedad se ha ido extendiendo constantemente y afecta ya otras regiones de Colombia y otros países. La expresión de síntomas de la enfermedad varía con la temperatura y el genotipo.

En general, el sistema radical de las plantas afectadas no alcanza a tener el mismo desarrollo que tienen las sanas; las raíces se quedan delgadas y leñosas y su contenido de almidón es muy bajo. Aunque el agente causal no ha sido comprobado del todo, investigaciones científicas revelan que probablemente es una enfermedad de etiología viral.

La enfermedad se disemina principalmente por el uso de la semilla vegetativa (estacas) contaminada. En segundo lugar, parece ser transmitida, aunque lentamente, por un vector aéreo. También existen diferentes niveles de resistencia entre las variedades de yuca. Con el empleo de variedades tolerantes, materiales vegetativos sanos y con un buen control fitosanitario, el “cuero de sapo” es una enfermedad que se puede controlar.

Bibliografía

- Angel JC; Pineda BL; Nolt B; Velasco A C. 1990. Mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae) asociada a transmisión de virus en yuca. *Fitopatología Colombiana* 13:65-71.
- Calvert LA. 1994. The safe movement of cassava germplasm. En: First Meeting of the International Network for Cassava Genetic Resources: Report of the First Meeting of the International Network for Cassava Genetic Resources, organizado por CIAT, IITA e IBPGR en el CIAT, Cali, Colombia, agosto 1992. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Roma. p. 163-165.
- Calvert LA; Ospina MD; Shepherd RJ. 1995. Characterization of cassava vein mosaic virus: A distinct plant pararetrovirus. *Journal of General Virology* 76(5):1271-1278.
- Calvert LA; Cuervo MI; Ospina MD; Fauquet C; Ramírez BC. 1996. Characterization of cassava common mosaic virus and a defective RNA species. *Journal of General Virology* 77(3):525-530.
- Costa AS. 1940. Observações sobre o mosaico comum e o mosaico das nervaduras da mandioca (*Manihot utilissima* Pohl.). *Journal de Agronomia (Piracicaba)* 3(3):239-251.
- Costa AS; Kitajima EW. 1972. Studies on virus and mycoplasma diseases of the cassava plant in Brazil. En: Cassava Mosaic Workshop, Ibadan, Nigeria. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadán, Nigeria. p. 18-36.
- Kitajima EW; Wetter C; Oliveira AR; Silva DM; Costa AS. 1965. Morfologia do virus do mosaico comun da mandioca. *Bragantia* 24(21):247-260.
- Kitajima EW; Costa AS. 1966. Partículas esféricas asociadas ao virus do mosaico das nervuras da mandioca. *Bragantia* 25(18):211-221.
- Lozano JC; Nolt BL. 1989. Pest and pathogens of cassava. En: Kahn RP (ed). *Plant protection and quarantine. 2. Selected pests and pathogens of quarantine significance*. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL. v. 2, p. 174-175.
- Maffla G; Roa JC; Roca WM. 1984. Erradicación de la enfermedad cuero de sapo de la yuca (*Manihot esculenta*) por medio del cultivo de meristemas: Efecto de la termoterapia y del tamaño del explante en la tasa de saneamiento. En: Perea D; Angarita ZA (eds.). *Memorias del Congreso Nacional de Cultivo de Tejidos Vegetales*, Bogotá D.C., Colombia, 1984. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. p. 171-175.
- Nolt BL.; Velasco AC; Pineda B. 1991. Improved purification procedure and some serological and physical properties of cassava common mosaic virus from South America. *Annals of Applied Biology* 118(1):105-113.
- Nolt BL; Pineda LB; Velasco AC. 1992. Surveys of cassava plantations in Colombia for virus and virus-like diseases. *Plant Pathology* 41(3):348-354.
- Pineda B; Jayasinghe U; Lozano JC. 1983. La enfermedad “cuero de sapo” en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *ASIAVA (Colombia)* 4:10-12.
- Silberschmid KO. 1938. O mosaico da mandioca. *Biológico* 4(6):177-181.